

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЖАРОПРОЧНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Попова М.А., Нарыгина И.В.

Руководитель – доц., к.т.н. Демаков С.Л.

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,
г. Екатеринбург, pmaria777@mail.ru

Широкое использование жаропрочных титановых сплавов в авиационной промышленности и космической технике обуславливает к необходимости детального изучения процессов формирования структуры сплавов и установление закономерностей выделения интерметаллидных фаз типа алюминидов и силицидов. Ранее проведенными работами установлено, что в зависимости от типа выделяющихся частиц существенно меняются и свойства сплавов.

Материалом исследования служили промышленные и опытные слитки псевдо - α -титановых сплавов систем Ti – Al – Zr – Si – Mo и Ti – Al – Zr – Sn – Si – Mo с алюминиевым эквивалентом от 8,5 до 12,0. Из слитков были изготовлены прутки \varnothing 21 мм ковкой и прокаткой с завершением деформации в (α + β) области при температуре $T_{\text{шп}} - 20^{\circ}\text{C}$.

Термическую обработку осуществляли как в печи, так и электроконтактным методом на температуры 900, 950, 1150 и 1200 $^{\circ}\text{C}$. Выдержка при нагреве в печи при температуре обработки составляла 1 час, а при электроконтактном нагреве - 30 секунд с последующим охлаждением на воздухе. Старение сплавов осуществляли при температурах 500, 600, 650, 700 $^{\circ}\text{C}$ с выдержками до 100 часов.

Основными методами исследования структурных и фазовых превращений служили металлография, дифракционная и растровая электронная микроскопия, рентгеноструктурный фазовый анализ.

Показано, что в процессе старения при 500 $^{\circ}\text{C}$ сплавов, обработанных в двухфазной области (900-950 $^{\circ}\text{C}$) наблюдается рост частиц первичной α -фазы (Рисунок 1). В областях β -твердого раствора происходит образование пластин вторичной α -фазы, однако количество таких выделений невелико. В случае старения сплавов, охлажденных из β -области, в процессе старения в основном наблюдается образование и рост частиц вторичной α -фазы.

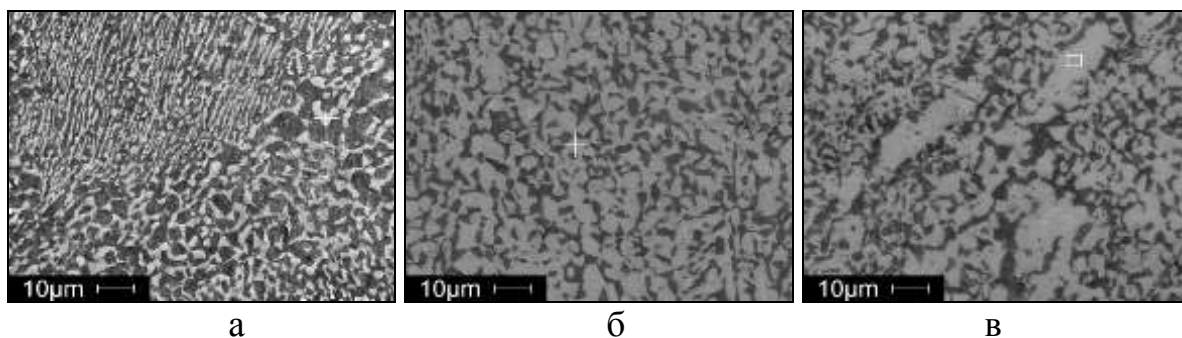


Рисунок 1. Рост частиц α -фазы в процессе старения с увеличением времени выдержки (а – закалка в воду из двухфазной области; б – старение 25 часов; в – старение 85 часов)

Установлено, что при старении (500°C) в частицах первичной α -фазы образуются области с упорядоченной структурой. Образование упорядоченных областей происходит по гомогенному механизму в результате упорядочения отдельных микрообъемов вследствие неоднородности исходного состояния с образованием характерных антифазных границ. При повышении температуры старения до 700°C наблюдается образование частиц α_2 фазы по механизму зарождения и роста. Проведен анализ причин такой смены механизмов превращения.

Подтверждено, что силициды структурного типа S_1 образуются на межфазных α/β границах со стороны β -фазы, а силициды типа S_2 образуются в α -фазе.



Рисунок 2. Выделение силицида типа S_1 на межфазной α/β границе

Обнаружено, что в процессе длительного старения при $600 \dots 700^{\circ}\text{C}$ происходит глобуляризация тонких прослоек β -фазы и образование отдельных изолированных частиц.

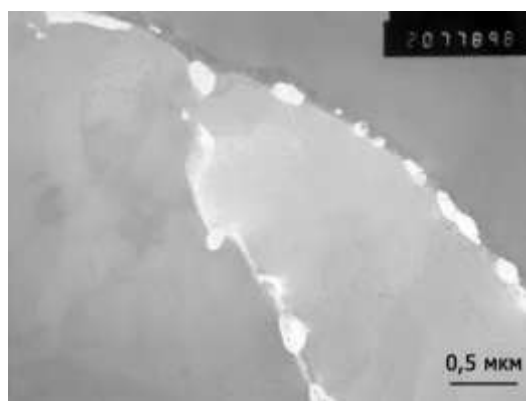


Рисунок 3. Морфология β фазы после старения при 600°C

Рассмотрено влияние выделения алюминидов и силицидов на кратковременные механические свойства сплавов при старении. Показано, что образование алюминидов приводит к незначительному упрочнению и существенному уменьшению вязкостных свойств, а образование силицидных частиц способствует понижению свойств жаропрочности, вследствие обеднения твердого раствора по кремнию и, тем самым, увеличению длины свободного пробега дислокаций.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ – «Урал»
№10-03-96073*